

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПШОНЕНТА

на диссертацию ПОСТНИКОВОЙ Екатерины Сергеевны «Кинематика и эволюция рассеянных звездных скоплений по данным Gaia», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия

Диссертация **Екатерины Сергеевны Постниковой** посвящена изучению рассеянных звездных скоплений (РЗС), находящихся на различных стадиях эволюции. Это гравитационно-связанные звездные системы, которых в Галактике уже известно несколько тысяч. Предполагается, что звезды образуются одновременно при возникновении индивидуального РЗС, а затем каждая звезда в скоплении эволюционирует в зависимости от своей массы. В итоге это дает возможность оценить возраст РЗС на основе подгонки к подходящей изохроне на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Известно, что предельный возраст РЗС в Галактике составляет несколько млрд лет. Каждое РЗС постоянно подвергается воздействию галактических приливных сил, что в конечном итоге приводит к его разрушению. Первоначально сферически-симметричное РЗС меняет свою форму, сначала вытягивается вдоль галактической орбиты с образованием шлейфов, звездных потоков, а в конце своей эволюции звезды РЗС полностью рассеиваются вдоль орбиты. Сопоставление реальных пространственно-кинематических характеристик различных РЗС с ожидаемыми, известными из теории, является важной частью представленной работы. Большой интерес также представляет осуществленный диссертантом поиск двойных РЗС.

Публикация всенебесных высокоточных астрометрических и фотометрических обзоров неба, полученных с борта космических аппаратов, создали отличную базу для углубленного анализа РЗС. Это, в частности, относится к каталогу Gaia, измерения которого широко используются в диссертации.

Диссертация построена логично – для анализа в ней отобранны РЗС различного возраста, находящиеся на различных эволюционных стадиях. Исследуемые РЗС обладают хорошо измеренными кинематическими и геометрическими характеристиками входящих в них членов. Поэтому найденные в диссертации пространственно-кинематические параметры самих этих РЗС, безусловно, являются высокоточными и достоверными. Таким образом, **актуальность работы** не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Она изложена на 153 страницах, включает вместе 19 таблиц и 35 рисунков, список литературы содержит 243 наименования.

Сущность полученных результатов.

Отметим обзорную первую главу, где блестяще изложены современные представления об эволюции звездных систем. Описанная в первой главе схема послужила стержнем для изложения материала во всей диссертации.

В диссертации на примере нескольких избранных объектов прослежены этапы развития звездной системы начиная от членов звездной ассоциации, РЗС в стационарном состоянии, заканчивая звездным потоком.

В качестве наиболее молодых, рассмотрены два РЗС – Cr 135 и UBC7. Основываясь на том, что эти скопления связаны общим происхождением и кинематикой, исследована возможность того, что они являются двойным скоплением. Для этих РЗС получены новые оценки таких параметров как средние значения параллакса, собственных движений и лучевых скоростей.

С использованием данных каталога Gaia составлен оригинальный список кандидатов в двойные звездные скопления. Ранее такие скопления не были распознаны либо из-за слабости или большой разреженности их звезд, либо из-за недостаточной точности данных. В итоге были найдены девять пар – кандидатов в гравитационно связанные двойные скопления, из них семь пар обнаружены впервые.

В качестве эволюционной связи поток – ассоциация – скопление использовано звездное скопление IC 2391 и одноименный звездный поток. Высказано предположение о том, что население ассоциации Аргус являются остатками распавшихся скоплений. Отбор звезд и оценка параметров РЗС IC2391 осуществлена с использованием данных каталога Gaia DR2. Убедительно показано, что в пространстве скоростей положения скопления и потока перекрываются. При этом их положения в трехмерном пространстве координат различаются.

С использованием данных их каталогов Gaia DR1 и RAVE найдены дисперсия скоростей, расстояние от Солнца, положение апекса и пространственная скорость скопления Плеяды. Показано, что более возрастное скопление Гиады обладает обширными шлейфами длиной до 800 пк. Звездный поток от родительской ассоциации этого скопления не наблюдается из-за его малой плотности в области Солнца. Впервые показана эллиптичность пространственной формы скопления Гиады с большой осью ориентированной вдоль ее галактической орбиты.

Детально изучена кинематическая неоднородность звездного потока Большой Медведицы. Сделано предположение, что члены этого потока находятся уже на последней стадии существования РЗС – они равномерно заполняют трубку, расположенную вдоль галактической орбиты бывшего скопления.

Научная новизна результатов диссертации определяется тем, что в ней: 1). Для таких РЗС, как Плеяды, NGC 2158 и IC 2391 получены новые оценки расстояния до скопления, возраста с использованием данных из каталога Gaia. 2). Обнаружена пространственная эллиптичность центральной части скопления Гиады. 3). Дополнен звездный состав потока Большой Медведицы новыми кандидатами. 4). Создан компилятивный каталог кандидатов в двойные звездные скопления, причем 7 пар РЗС обнаружены впервые.

Степень обоснованности научных положений, выводов и их достоверность. Все результаты диссертации обоснованы. Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных высокоточных измерительных данных, применением надежных методов анализа, а также согласием полученных результатов с опубликованными другими авторами.

Замечания по диссертации:

1). Основное мое замечание связано с неучетом диссертантом в главе 3 систематического сдвига параллаксов Gaia относительно инерциальной системы координат, $\Delta\pi$. Например, Линдегрэн и др. (Gaia Collab., Astron. Astrophys., 616, 2, 2018) величину такой поправки в параллаксах Gaia DR2 нашли равной $\Delta\pi = -0.03$ миллисекунд дуги. Имеются несколько надежных шкал расстояний (цефеиды, спектрально двойные, РЗС и др.), которые подтверждают наличие такого сдвига, и оценивают его величину около $\Delta\pi = -0.05$ миллисекунд дуги. При вычислении расстояний через параллаксы поправку необходимо прибавлять к значениям из каталога Gaia, $\pi_{\text{истинные}} = \pi + 0.05$. Таким образом истинные расстояния должны уменьшиться. Например, расстояние до скопления IC 2391 должно уменьшиться на величину около 1 пк.

2). На стр. 122-123 сказано: “Особенностью каталога LAMOST является то, что для некоторых объектов в нем существует не одно, а несколько измерений лучевой скорости. В этом случае нами выбирались значение с наименьшей относительной ошибкой”. Мне кажется, что здесь лучше было бы вычислять средневзвешенное значение лучевой скорости звезды.

Редакционные замечания:

1). Зачастую в подписи к рисунку нет указания о каком именно РСЗ идет речь, что затрудняет понимание текста. Например, это рис. 3.2, рис. 3.3, рис. 3.4, рис. 3.7, рис. 3.8, рис. 4.7, рис. 4.10, рис. 4.13.

2). Имеются проблемы в тексте со ссылками на литературу типа [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Например, стр. 22, стр. 40.

Диссертация написана ясным языком, хорошо проиллюстрирована. Оценивая диссертацию в целом, можно заключить, что она является законченным научным исследованием, направленным на изучение ряда важнейших рассеянных звездных скоплений Галактики. Высказанные замечания не влияют на высокую оценку диссертации.

Полнота представления результатов. Основные результаты диссертации отражены в 12 научных статьях, из которых 6 работ опубликованы в реферируемых журналах, входящих в список ВАК. Результаты диссертации неоднократно докладывались на российских и международных астрономических конференциях. В работах, написанных в соавторстве, личный вклад соискателя четко обозначен. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Заключение. Все вышеизложенное позволяет заключить, что диссертация Екатерины Сергеевны Постниковой “Кинематика и эволюция рассеянных звездных скоплений по данным Gaia” является законченным самостоятельным исследованием, выполненном на высоком научном уровне. Диссертация удовлетворяет всем критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения степени кандидата наук, а ее автор Постникова Екатерина Сергеевна, безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия.

Официальный оппонент
доктор физ.-мат. наук,
заведующий лабораторией динамики Галактики
ГАО РАН

В. В. Бобылев

196140, Россия, Санкт-Петербург,
Пулковское шоссе д. 65 корп. 1,
vbobylev@gaoran.ru,
тел. +7 921 4233953,
Бобылев Вадим Вадимович.

30.05.2022 г.

Подпись В.В. Бобылева удостоверяю,

Ученый секретарь ГАО РАН,

кандидат физ.-мат. наук



О. Ю. Барсунова